

PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC BERBASIS KOMPUTER

Yusuf Anshori*

Abstract

The development of industrial world needs an instrumentation automation that to support production process. For a true intelligent and flexible automated manufacturing system, the system should be able to respond to changing conditions by changing the manufacturing process all by itself. Computers can be programmed to "read" external conditions and to execute different parts of their programs depending on the sensed conditions. Computers will require additional interface cards like PPI 8255 and programming like Delphi. Various excess and amenity high level programming language base on GUI (Graphical User Interface) and running at Windows Operating System like Delphi make a produce application more quicker and efficient. DC motor which is ordinary to be used as automation actuator can be controlling movement by computer..

Keyword: *Programming Language of Delphi, GUI, PPI 8255, DC Motor*

1. Pendahuluan

Kecepatan putaran merupakan salah satu parameter penting yang harus dikendalikan dari motor DC. Pengaturan kecepatan putaran motor DC sering dilakukan dengan menggunakan rangkaian-rangkaian analog. Salah satu kelemahan pengaturan kecepatan putaran motor DC menggunakan rangkaian analog adalah sulitnya mengetahui berapa kecepatan putaran motor DC yang sebenarnya. Olehnya itu, bisa digunakan rangkaian kombinasi yaitu rangkaian analog sebagai pengatur kecepatan putaran motor DC dan rangkaian digital untuk menampilkan nilai kecepatan putaran motor DC.

Perkembangan teknologi saat ini mulai bergeser menuju proses otomatisasi dengan menggunakan komputer sebagai pusat pengontrolan peralatan elektronika. Perpaduan rangkaian analog, rangkaian digital, rangkaian terintegrasi, komputer hardware dan *software* menjadikan pengendalian sistem semakin mudah, akurat, fleksibel, dan lebih cerdas. Kelebihan pengaturan kecepatan putaran motor DC menggunakan komputer adalah tingkat akurasi yang tinggi, mudah dalam memonitoring kecepatan putaran serta pengendalian yang mudah karena pengaturannya menggunakan program (*software*) komputer.

Software dibuat menggunakan suatu bahasa pemrograman tertentu. Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bersifat *visual* dan *even driven* (bekerja berdasarkan aksi) semakin mempermudah user dalam membuat suatu *software* aplikasi yang berbasis GUI (*Graphical User Interface*) sehingga lebih efisien, efektif, lebih cepat dan lebih menarik. Delphi adalah salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis GUI yang merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman Pascal.

Tujuan dari penulisan ini adalah merancang dan membuat *interface* yang bisa menghubungkan komputer dengan motor DC dengan menggunakan modul PPI 8255 serta merancang dan membuat program pengatur kecepatan putaran motor DC.

Manfaat dari penulisan ini adalah sebagai salah satu solusi alternatif pengaturan kecepatan putaran motor DC. Motor DC yang digunakan adalah motor DC Servo.

2. Tinjauan Pustaka

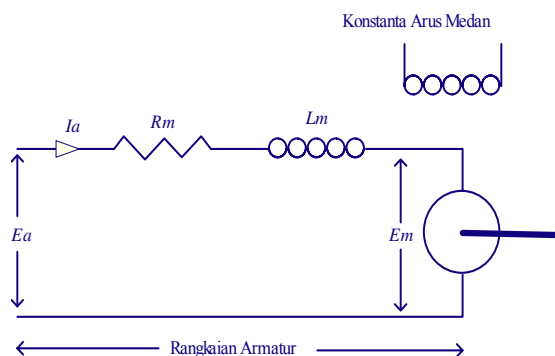
2.1 Motor DC

Motor DC adalah peralatan elektromekanis yang mengubah daya listrik menjadi daya mekanis dengan sumber arus searah

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

sebagai *supply* energi listriknya. Pada umumnya motor listrik terdiri dari atas bagian yang diam (*stator*) dan bagian yang bergerak (*rotor*). Stator adalah kumparan medan yang berbentuk kutub sepatu untuk menghasilkan medan magnet. Rotor merupakan kumparan jangkar dengan belitan konduktor (kumparan) untuk mengimbaskan ggl (gaya gerak listrik) pada konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar. Celah udara memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

Motor DC dibedakan menjadi 4 yaitu : motor shunt, motor seri, motor kompon, motor penguat terpisah. Terdapat juga motor DC khusus yaitu motor DC servo yang digunakan dalam tulisan ini.



Gambar 1. Motor DC Servo

Motor DC servo adalah motor yang didesain khusus dengan umpan balik, olehnya itu semua motor servo mempunyai respon yang baik. Pada motor DC servo digunakan konstruksi yang khusus, berbeda dengan motor DC biasa karena motor DC servo juga digunakan untuk mengatur posisi. (Fitzgerald, 1992: 269).

2.2 Interfacing Menggunakan PPI 8255 (Programable Peripheral Interface)

Rangkaian *interface* yang biasa digunakan dalam *interfacing* antara komputer dan peralatan luar adalah rangkaian/modul PPI 8255 (*Programable Pheriperal Interface*). IC 8255 memiliki 3 buah *Port Input* atau *Output* yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* yang terbagi dalam $P_{A0}...P_{A7}$, $P_{B0}...P_{B7}$ dan $P_{C0}...P_{C7}$.

Fungsi Pin-Pin yang terdapat pada IC 8255 :

- \overline{CS} (*Chip Select*) atau Pin 6 : sebagai kontrol IC apakah IC akan diaktifkan atau dinonaktifkan.

- \overline{RD} (*Read Data*) atau Pin 5 : digunakan untuk membaca data dari *Port A* atau *B* atau *C* untuk menyalurkan data ke Pin data $D_0 - D_7$ dan selanjutnya akan dikirim ke CPU.
- \overline{WR} (*Write Data*) atau Pin 36 : digunakan untuk mengirimkan data dari Pin data $D_0 - D_7$ yang berasal dari komputer ke *Port A* atau *B* atau *C* yang selanjutnya akan digunakan oleh peralatan lain.
- Reset* atau Pin 35 : berfungsi sebagai penghapus isi *register CW* (*Control word*) dan semua *Port A*, *B* dan *C* akan di-set sebagai *Input* semua.
- Supply* (V_{cc} dan GND) atau Pin 26 dan Pin 7 : digunakan untuk memberikan *supply* pada IC. Tegangan kerja pada IC ini adalah +5V.
- A_0 dan A_1 atau Pin 8 dan Pin 9 : untuk menyeleksi *Port A*, *B* *C* dan *CW*.
- $D_0 - D_7$ atau Pin 34 sampai Pin 27 : merupakan bus data 8 bit.
- Port A*, *B* dan *C*
 - Port A* : merupakan 8 bit *Input* atau *Output* dimana sebagai *Input* bersifat *Latch* dan sebagai *Output* bersifat *Latch/buffer*.
 - Port B* : merupakan 8 bit *Input* atau *Output* dimana sebagai *Input* bersifat *buffer* dan sebagai *Output* bersifat *Latch/buffer*.
 - Port C* : merupakan 8 bit *Input* atau *Output* dimana sebagai *Input* bersifat *buffer* dan sebagai *Output* bersifat *Latch/buffer*. *Port* ini dibagi menjadi dua bagian yaitu *Port C Upper* dan *Port C Lower*. Dimana fungsi keduanya sebagai *control*.

Ada 3 mode dasar dalam pengoperasian PPI yaitu :

- o Mode 0 : *Input/Output* dasar
- o Mode 1 : *Input/Output* dengan *strobe*
- o Mode 2 : *bidirectional bus*

Mode 0 yang paling banyak digunakan karena merupakan pengoperasian yang paling mudah. Konfigurasi PPI 8255 pada mode 0 dapat dilihat dalam Tabel 1.

2.3 DAC (Digital to Analog Converter)

DAC adalah suatu pengkode/perubah dari informasi (data) digital menjadi data analog. Semua informasi atau data pada komputer adalah data digital, sehingga bila digunakan untuk mengendalikan suatu peralatan yang menggunakan

data analog, maka data digital tersebut harus dirubah menjadi data analog. Untuk merubah data digital ke analog digunakan IC DAC. Output DAC berupa arus dan bila di inginkan data yang dikeluarkan adalah tegangan, maka harus di tambahkan rangkaian agar data yang dikeluarkan menjadi tegangan. Pada tulisan ini, DAC yang digunakan adalah DAC 0808 yang merupakan DAC 8 bit.

Keluaran DAC dirancang untuk tegangan 0 Volt (*input* 00_H) sampai 5 Volt (*input* FF_H). Rangkaian DAC 0808 ditunjukkan dalam Gambar 2.

Tegangan catu yang digunakan sebesar $\pm 15V$. Sedangkan Arus referensi ditentukan sebesar 5mA dengan tegangan referensi +15V sehingga R_2 dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (10) yaitu :

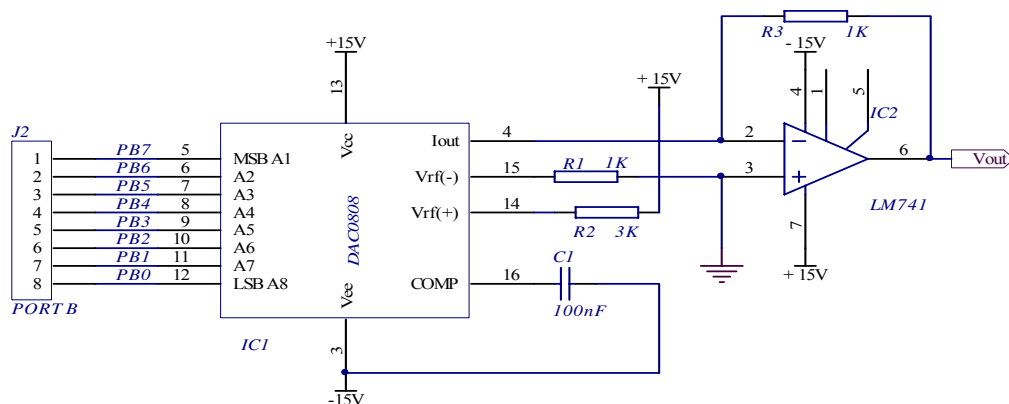
$$R_2 = \frac{V_{ref}}{I_{ref}}$$

$$R_2 = \frac{15V}{5mA}$$

$$R_2 = 3k\Omega$$

Tabel 1. Definisi Port pada Mode 0

A		B		GROUP A		CW	GROUP B	
D4	D3	D2	D1	PORT A	PORT C _u		PORT B	PORT C _l
0	0	0	0	Output	Output	80 _H	Output	Output
0	0	0	1	Output	Output	81 _H	Output	Input
0	0	1	0	Output	Output	82 _H	Input	Output
0	0	1	1	Output	Output	83 _H	Input	Input
0	1	0	0	Output	Input	88 _H	Output	Output
0	1	0	1	Output	Input	89 _H	Output	Input
0	1	1	0	Output	Input	8A _H	Input	Output
0	1	1	1	Output	Input	8B _H	Input	Input
1	0	0	0	Input	Output	90 _H	Output	Output
1	0	0	1	Input	Output	91 _H	Output	Input
1	0	1	0	Input	Output	92 _H	Input	Output
1	0	1	1	Input	Output	93 _H	Input	Input
1	1	0	0	Input	Input	98 _H	Output	Output
1	1	0	1	Input	Input	99 _H	Output	Input
1	1	1	0	Input	Input	9A _H	Input	Output
1	1	1	1	Input	Input	9B _H	Input	Input



Gambar 2 Rangkaian DAC 0808

R_2 sebesar $3K\Omega$ dapat dibentuk dengan menseri dua resistor yang ada dipasaran yaitu $2,7K\Omega$ dan 270Ω . Resistor R_1 pada pin 15 disesuaikan dengan *databook* sebesar $5K$. Demikian juga dengan kapasitor kompensasi sebesar $100nF$ (National Semiconductor, 1995 : 3-17). Arus keluaran (I_{OUT}) akan dikonversi ke dalam bentuk tegangan dengan menggunakan Op-Amp. Keluaran (V_{OUT}) Akan setara dengan I_{OUT} dikalikan dengan R_3 .

2.4 ADC (Analog to Digital Converter)

ADC adalah suatu pengkode/perubah dari informasi (data) analog menjadi data digital. Semua informasi atau data pada komputer adalah data digital, sehingga bila komputer hendak “membaca” data dari suatu peralatan yang menggunakan data analog, maka data analog tersebut harus dirubah menjadi data digital. Untuk merubah data digital ke analog digunakan IC ADC. Output ADC adalah bit-bit digital yang ekuivalen dengan sinyal input analog. Pada tulisan ini, ADC yang digunakan adalah ADC 0804 yang merupakan ADC 8 bit.

2.5 Operational Amplifier (Op-Amp)

Arus yang dikeluarkan oleh DAC 0808 belum cukup untuk menggerakkan motor sehingga harus di tambahkan Op-Amp sebagai penguat. Pada dasarnya, op-amp terbagi menjadi dua jenis yaitu :

- 1) Inverting Amplifier (penguat pembalik) yang mempunyai ciri-ciri umum yaitu bahwa input diberikan pada pin negatif (-) dan pin positif (+) digroundkan.
- 2) Non-Inverting Amplifier (penguat tak membalik) yang mempunyai ciri umum yaitu bahwa input diberikan pada pin positif (+) dan pin negatif (-).

3. Desain Rangkaian

Secara garis besar, perancangan alat terbagi atas perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak yang dijalankan di komputer.

3.1 Perancangan perangkat keras

- 1) Perancangan rangkaian PPI 8255 (*Programmable Peripheral Interface*).
- 2) Perancangan rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) menggunakan IC DAC 0808 dari National Semiconductor.

- 3) Perancangan rangkaian penguat tegangan menggunakan IC Op-Amp LM741.
- 4) Perancangan rangkaian driver motor untuk mengatur kecepatan putaran motor DC.
- 5) Perancangan rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*) menggunakan IC ADC 0804 dari National Semiconductor.

3.2 Gambaran Umum dan Spesifikasi

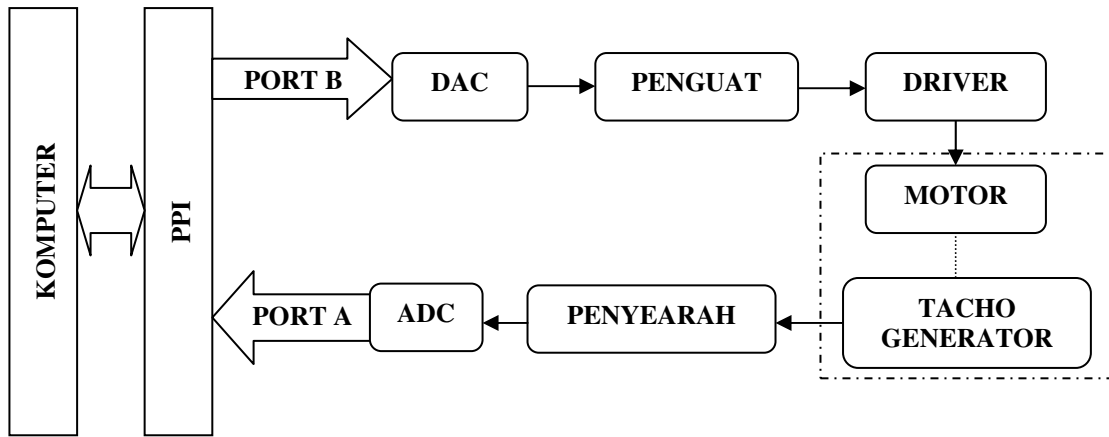
- a. Komputer yang digunakan mempunyai sistem operasi berbasis Windows 98/XP dengan kelengkapan *Slot ISA* untuk *PPI Card*.
- b. PPI 8255 yang digunakan untuk *interfacing* berupa *card* yang dapat di atur pengalamatannya (*address*).
- c. Kabel yang digunakan untuk menghubungkan *PPI Card* dengan alat menggunakan *Standart DB25*.
- d. Program yang digunakan untuk mengatur dan mengontrol peralatan berjalan dalam sistem operasi Windows 98/XP.

3.3 Blok Diagram

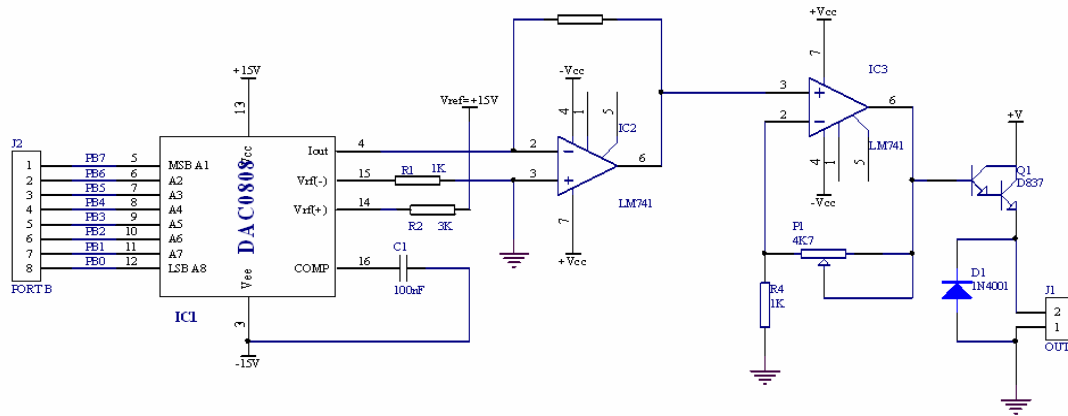
Blok diagram perencanaan sistem Pengatur Kecepatan Motor DC dengan menggunakan IBM – PC ditunjukkan dalam Gambar 3 .

3.4 Prinsip kerja

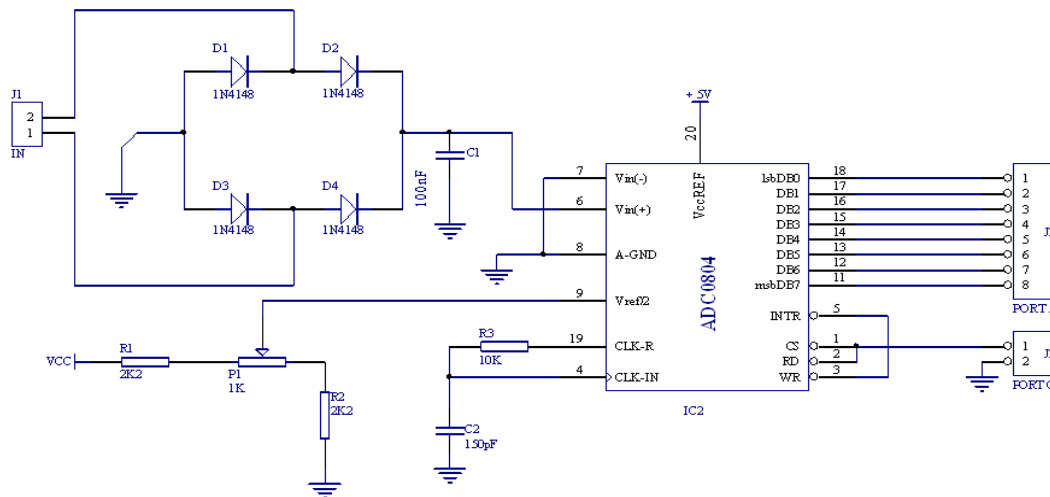
Komputer akan mengeluarkan data pada PPI 8255 melalui Port B dan diberikan ke DAC. DAC akan mengubah data ke dalam bentuk tegangan. Tegangan ini perlu dikuatkan lagi agar mencapai tegangan yang diinginkan untuk menggerakkan motor. Tegangan dari penguat akan mengaktifkan *driver* motor, dimana *driver* motor digunakan untuk memperkuat arus dan saklar untuk menjalankan motor. Kecepatan motor akan disensor melalui *tacho generator* yang kemudian oleh ADC akan dirubah ke dalam bentuk digital. Ketika ada beban maka kecepatan motor akan berubah (menurun), komputer akan segera menaikkan tegangan jangkar motor dengan mengubah data yang dikeluarkan ke DAC sehingga di dapat kecepatan yang diinginkan. Seandainya kecepatan motor melebihi kecepatan yang diinginkan maka komputer akan segera menurunkan tegangan pada motor dengan cara menurunkan data yang dikeluarkan ke DAC.



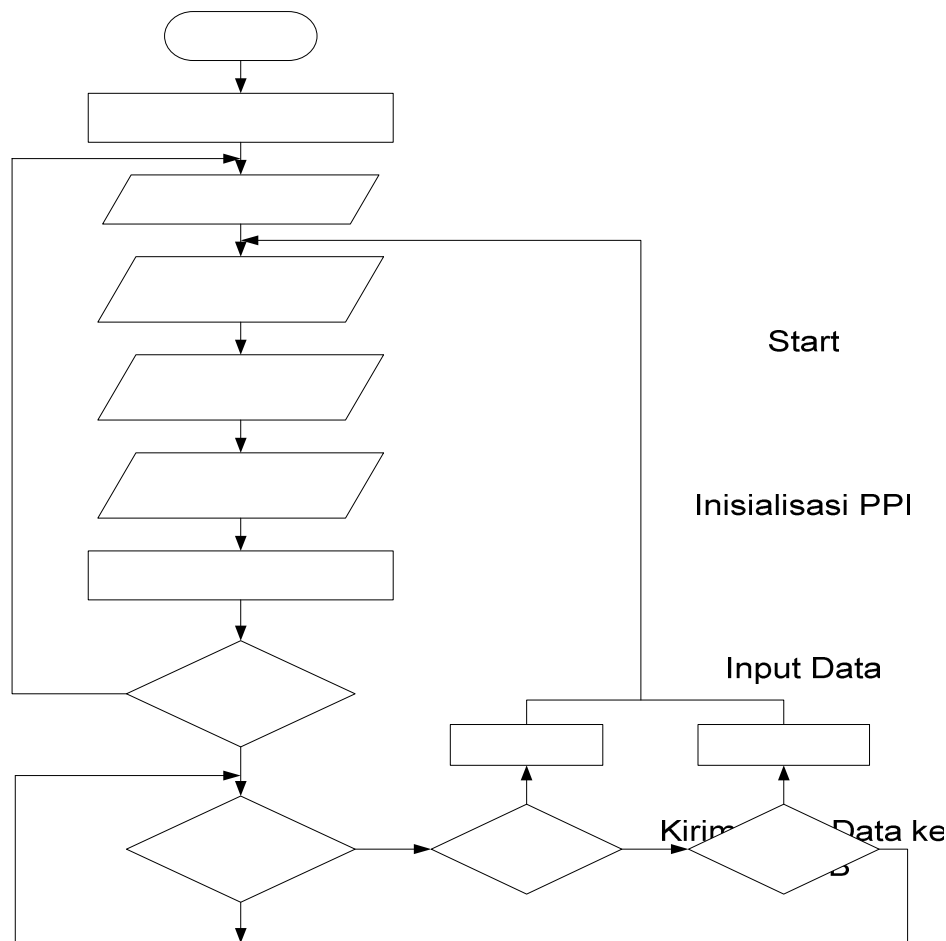
Gambar 3. Blok Diagram Sistem



Gambar 4. Rangkaian DAC dan penguat



Gambar 5. Rangkaian ADC dan penyearah



Gambar 6. Diagram Alir Perangkat Lunak

3.5 Rangkaian Pengatur Kecepatan Motor

Rangkaian pengatur kecepatan motor dibagi menjadi dua bagian besar yaitu rangkaian DAC dan penguat dan rangkaian ADC dan penyearah seperti ditunjukkan pada Gambar 4 Gambar 5.

3.6 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak dimulai dengan diagram alir (*flowchart*) sebagai sarana untuk mempermudah pembuatan *software*. Selanjutnya program ditulis dalam bahasa pemrograman Delphi. Kompiler yang digunakan adalah Delphi Versi 5 dari Borland Corp. Adapun tahapan proses dari program aplikasi adalah :

- Inisialisasi PPI, proses pengenalan awal program aplikasi terhadap PPI 8255.

Kirim Data Kontrol ke Port C

- Setelah inisialisasi, data diinputkan ke program aplikasi melalui form input kemudian mengirimkan data tersebut ke Port B.

Baca Data dari Tachogenerator dan Port A

- Program aplikasi akan mengirim data kontrol ke Port C. Port A digunakan untuk membaca data yang dikeluarkan dari tachogenerator dan ditampilkan dalam bentuk grafik.
- Bila kecepatan tidak konstan maka proses akan kembali ke proses data input dan bila kecepatan konstan maka akan dilanjutkan ke proses validasi yang mendeteksi apakah kecepatan output sama dengan input kecepatan yang diinginkan).

Kecepatan < Data Tachogenerator

- Proses validasi ini akan berulang terus menerus, dan apabila kecepatan output tidak sama dengan kecepatan yang diinginkan maka akan dilanjutkan ke proses validasi selanjutnya.

T

Kecepatan Konstan ?

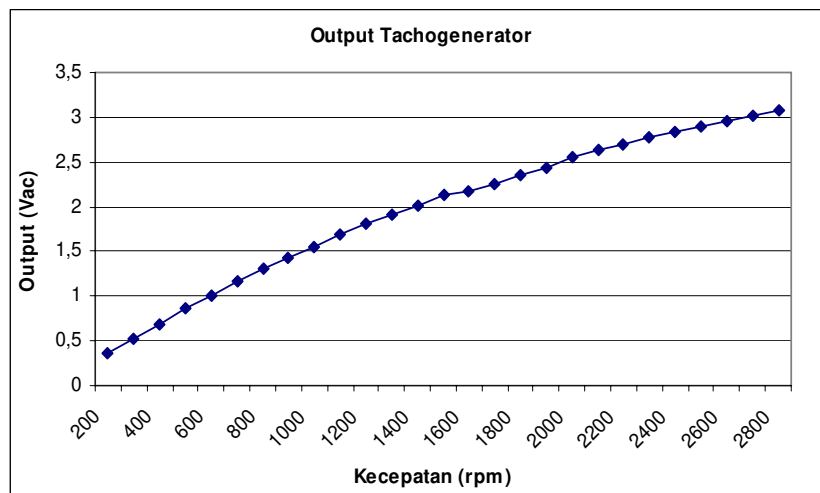
- Bila ternyata kecepatan output lebih rendah dari kecepatan yang diinginkan maka data input harus dinaikkan agar kecepatan output stabil kembali. Bila ternyata kecepatan output lebih tinggi dari kecepatan yang diinginkan maka data input harus diturunkan agar kecepatan output stabil kembali.
- Output proses naik dan turunnya data dijadikan sebagai umpan balik dan dikirimkan kembali ke Port B.
- Saat ada data yang dikirimkan kembali ke Port B, proses akan dimulai dari awal sampai didapatkan hasil yang diinginkan yaitu

kecepatan motor DC sama dengan input data kecepatan yang diberikan.

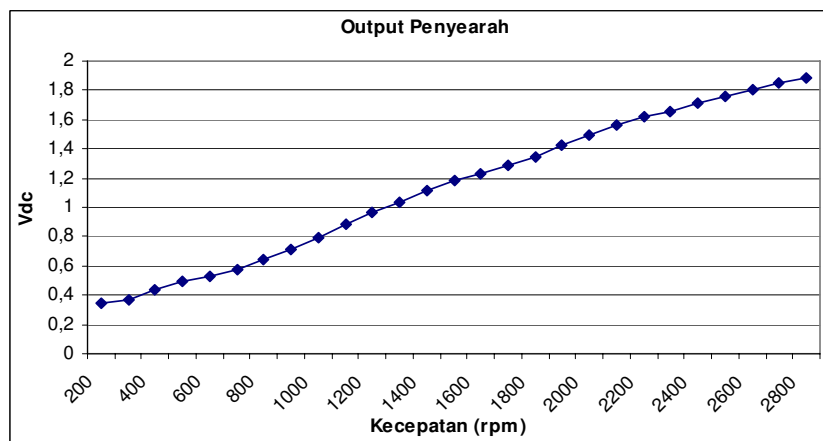
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengkonversi Tegangan Tachogenerator

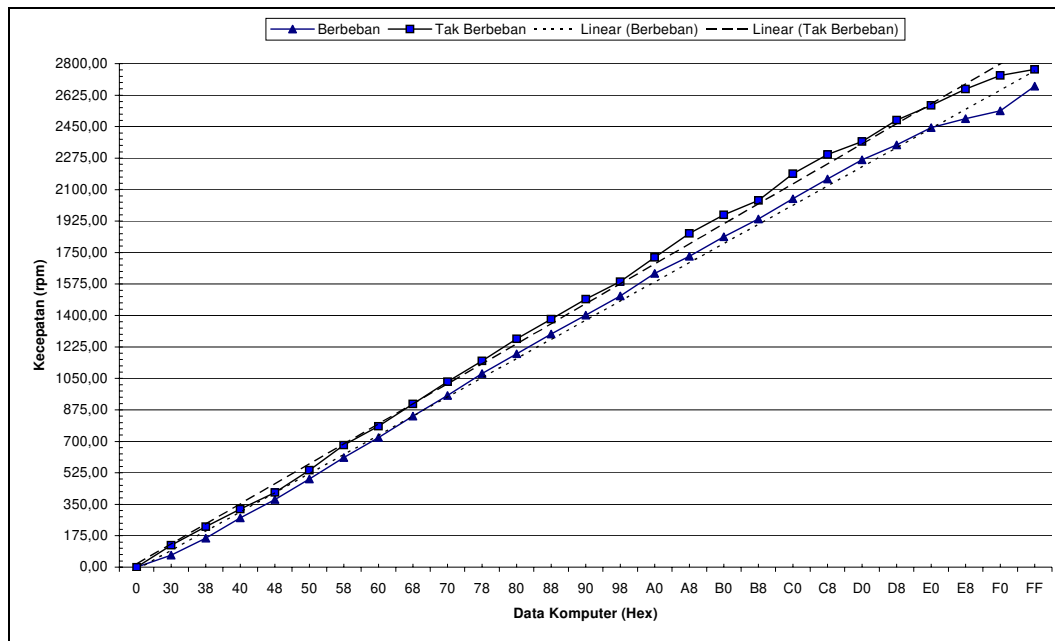
Motor DC Servo yang digunakan mempunyai tachogenerator yang sudah menjadi satu kemasan dengan motor. Dari hasil percobaan dilaboratorium diperoleh data seperti pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Kurva output tachogenerator



Gambar 8. Kurva output penyearah



Gambar 9. Kurva perbandingan motor berbeban dan tak berbeban menggunakan komputer

Rata-rata dari perubahan tiap 100 rpm sebesar 0,0998, karena ADC digunakan untuk mengkonversi tegangan DC maka diperlukan suatu rangkaian penyearah untuk merubah tegangan AC menjadi DC. Sehingga perubahan keluaran tiap 100 rpm akan berubah pula sebesar 0,0575 Vdc.

ADC dirancang untuk mengukur tegangan masukan mulai dari 0 V sampai 5 V. Waktu *clock* yang akan digunakan adalah sebesar 640 kHz karena frekuensi tersebut akurasi konversi data akan terjamin.

4.2 Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian dari Rangkaian ADC dan Tachogenerator untuk sensor Kecepatan dan Motor ditunjukkan dalam Gambar 9. Tegangan supply: +21,72V ; -22,90V ; 6V ; +15,93 ; -15.

Dari kurva pada Gambar 9 dapat terlihat bahwa motor yang tak berbeban mempunyai kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan motor yang berbeban. Besarnya penurunan kecepatan juga dipengaruhi oleh besarnya beban yang diberikan ke motor. Rata-rata selisih kecepatan putaran motor tanpa beban dan putaran motor dengan beban adalah 91 rpm dan kecepatan maksimum dari rangkaian ini adalah ± 2800 rpm.

5. Kesimpulan

- 1) Rata-rata selisih kecepatan putaran motor tanpa beban dan putaran motor dengan beban adalah 91 rpm dan kecepatan maksimum dari rangkaian ini adalah ± 2800 rpm,
- 2) Rata-rata simpangan antara kecepatan putaran motor berbeban dan putaran motor tanpa beban adalah 3,7%.
- 3) Motor yang tak berbeban memberi kecepatan putaran yang lebih tinggi dibandingkan motor yang berbeban.
- 4) Komputer mampu menjadi salah satu alternatif controller pada pengaturan kecepatan motor DC Servo

6. Daftar Pustaka

- A.E. Fitzgerald, et al., 1992. *Mesin Mesin Listrik*. Alih Djoko Achyanto. Jakarta: Erlangga.
- Alam M. Agus J. 2000. *Borland Delphi 5.0. Edisi kedua*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Harris Semiconductor. 1996. *Harris Semiconductor Databook*. Harris Semiconductor.
- Kartawidjaka, Maria A. *Konverter Analog ke Digital, teori, cara kerja dan*

penerapannya. ELEX No.2 Paket II.
Jakarta : PT Elex Media Komputindo.

Malvino, Albert Paul. 1987. *Prinsip-prinsip dan Penerapan Digital. Edisi ketiga*, Penerjemah Irwan Wijaya. Jakarta: Erlangga.

Malvino, Albert Paul. 1995. *Prinsip Prinsip Elektronika. Edisi kedua*, Penerjemah Hanapi Gunawan. Jakarta: Erlangga.

Malvino, Albert Paul. 1999. *Elektronika Komputer Digital Pengantar Mikrokomputer. Edisi kedua*, Penerjemah Tjia May On. Jakarta: Erlangga.

National Semiconductor. 1995. *National Data Acquisition Databook*. National Semiconductor.

Zuhal. 1993. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.